

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-028931

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

G02B 26/00

(21)Application number : 10-210326

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 09.07.1998

(72)Inventor : TOSHIYOSHI HIROSHI

FUJITA HIROYUKI

MIYAUCHI DAISUKE

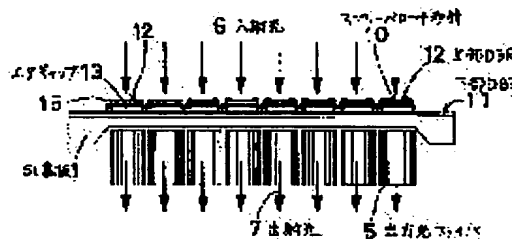
SHINOURA OSAMU

(54) MULTIPLE WAVELENGTH FILTER ARRAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized multiple wavelength filter array which is excellent in a wavelength resolving power with respect to an incident light having plural wavelengths by respectively setting distances separating first and second distributed Bragg reflectors freely variably and contrallably or setting to values different from each other.

SOLUTION: A lower-part distributed Bragg reflector (lower-part DBR) 11 as a first distributed Bragg reflector and upper-part distributed Bragg reflector (upper-part DBRs) 12 as second distributed Bragg reflectors separated with air gaps 13 above the first one are integrally formed on an Si substrate 1. A Fabry-Perot interferometer 10 is formed by the lower-part DBR 11 and upper-part DBR 12. The plural pieces of this Fabry-Perot interferometer 10 are arranged linearly on the same Si substrate. Then, a driving means for dividing which respectively variably controls distances separating the lower-part DBR 11 and respective upper-part DBRs 12 independently is provided as an electrostatic actuator having a fixed-side driving electrode 14 and movable-side driving electrodes 15. Thus, wave-lengths of transmission lights of respective Fabry-Perot interferometers 10 can be independently and arbitrarily selected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-28931

(P2000-28931A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 2 B 26/00

G 0 2 B 26/00

2 H 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平10-210326

(22)出願日

平成10年7月9日(1998.7.9)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 年吉 洋

神奈川県中郡二宮町中里2-16-36-105

(72)発明者 藤田 博之

東京都豊島区千川1-9-14

(72)発明者 宮内 大助

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

(74)代理人 100079290

弁理士 村井 隆

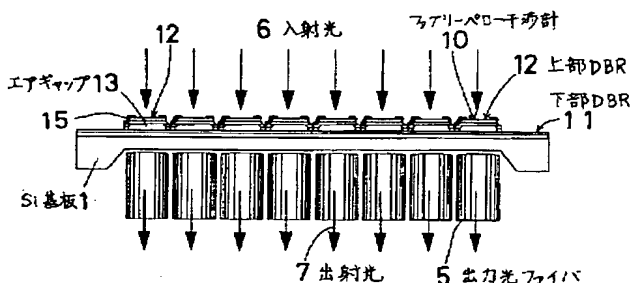
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多波長フィルタアレイ

(57)【要約】

【課題】 分布型ブラグ反射器からなるファブリーペロ
ー干渉計を波長フィルタとして基板上に集積し、これを
アレイにすることによって、複数の波長を持つ入力光に
対して波長分解能に優れた、小型の多波長フィルタア
レイを提供する。

【解決手段】 基板1に集積された下部分布型ブラグ反
射器11及び上部分布型ブラグ反射器12からなるファ
ブリーペロー干渉計10が複数個当該基板に配列され、
前記下部及び上部分布型ブラグ反射器11、12を隔て
る距離がそれぞれ可変制御自在又は互いに異なる値に設
定されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に集積された第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器からなるファブリーペロー干渉計が複数個当該基板に配列され、前記第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器を隔てる距離がそれぞれ可変制御自在又は互いに異なる値に設定されていることを特徴とする多波長フィルタアレイ。

【請求項 2】 第 1 の基板に集積された第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器からなる分波用ファブリーペロー干渉計が複数個当該第 1 の基板に配列され、前記第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器を隔てる距離がそれぞれ可変制御自在又は互いに異なる値に設定されている分波用アレイ部と、

第 2 の基板に集積された第 3 及び第 4 の分布型ブラグ反射器からなる変調用ファブリーペロー干渉計が複数個当該第 2 の基板に配列され、前記第 4 の分布型ブラグ反射器を変調用信号で振動させる変調用駆動手段が設けられてなる変調用アレイ部とを備え、

前記変調用アレイ部の光入射側に前記分波用アレイ部を配置したことを特徴とする多波長フィルタアレイ。

【請求項 3】 前記第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器を隔てる距離をそれぞれ独立に可変制御する分波用駆動手段が設けられている請求項 1 又は 2 記載の多波長フィルタアレイ。

【請求項 4】 前記基板がゲルマニウム基板であり、該ゲルマニウム基板に形成されたフォトダイオード上に前記ファブリーペロー干渉計が集積されている請求項 1、2 又は 3 記載の多波長フィルタアレイ。

【請求項 5】 前記分布型ブラグ反射器を構成する各膜の膜厚が、各々の膜の屈折率 n 、選択する光の中心波長 λ に対して $\lambda(1+2m)/4n$ (但し、 $m:0$ 又は自然数) であり、前記ファブリーペロー干渉計をなす前記分布型ブラグ反射器相互を隔てる距離が $\lambda/2n$ 。(但し、 n : 前記分布型ブラグ反射器相互を隔てる媒質の屈折率) である請求項 1、2、3 又は 4 記載の多波長フィルタアレイ。

【請求項 6】 前記分布型ブラグ反射器が、高屈折率のシリコンナイトライド膜と低屈折率のシリコンオキサイド又はシリコンオキシナイトライド膜からなる請求項 1、2、3、4 又は 5 記載の多波長フィルタアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長多重通信に用いられる波長フィルタに係り、特にシリコンマイクロマシニングにより作製可能な、波長分解能の高い分布型ブラグ反射器からなるファブリーペロー干渉計により構成される多波長フィルタアレイの構造に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、波長多重通信システムが進展してこれに関わる技術が注目されており、光分波器、あるい

は光変調器、光検出器が重要な光部品となっている。

【0003】波長多重通信システムでは、各波長ごとにそれぞれチャネルを設定し、可変波長フィルタによりチャネル選択を実現している(例えば「超高速光スイッチング」培風館発行)。波長帯域が $1520 \sim 1560 \text{ nm}$ 、10チャネル程度である。

【0004】従来の光分波器は、光ファイバから出た光を、石英基板に形成した導波路に入射し、導波路内で分波を行って出力側の光ファイバに入力している(例えば“Wavelength Multiplexer/Demultiplexer Filters in Glass on Silicon”, ETH Zurich Annual Report 1997, pp210; 以下、従来技術 1)。また、分波した光を検出するために、リボンファイバを用いて受光素子であるフォトダイオードアレイと接続している。

【0005】ところで、小型の波長フィルタを作製する方法としては、ファブリーペロー干渉計をマイクロマシニングを用いて作製することが考えられている。例えば、“A FABRY-PEROT MICROINTERFEROMETER FOR VISIBLE WAVELENGTH”, IEEE, MEMS 92, 1992, PP170-173 (以下、従来技術 2) には、可視領域の光に対する、マイクロマシニングによって作製されたファブリーペロー干渉計が示されている。ここではファブリーペロー干渉計は、シリコンナイトライド(SiN)メンブレンによって支持された 2 枚のミラーからなり、その各ミラーは、屈折率が 1.44 のシリコンオキサイド(SiO_2)膜と屈折率が 1.80 の HfO_2 膜の多層膜からなっている。

【0006】分布型ブラグ反射器をファブリーペロー干渉計のミラーとして用いた波長を連続的にチューニングして検出できる光検出器が、米国特許第 5,629,951 号(以下、従来技術 3)に開示されている。ここでは、ファブリーペロー干渉計を構成する 2 つの分布型ブラグ反射器の上側がカンチレバーとなっていて、静電駆動によりギャップ間隔をコントロールし、検出波長を制御している。

【0007】光変調器に関しては、マイクロマシニングにより作製したファブリーペロー干渉計を用いた光変調器の検討が幾つか行われている。例えば、米国特許第 5,500,761 号(以下、従来技術 4)には、マイクロメカニカルな変調器が開示されている。これは、基板とエアギャップを介して設けられたメンブレンが静電力により駆動し、入射光の反射率を変えることによって変調器として機能する。

【0008】また、“PROCESS AND DESIGN CONSIDERATION FOR SURFACE MICROMACHINED BEAMS FOR A TUNABLE INTERFEROMETER ARRAY IN SILICON”, IEEE, MEMS 93, PP230-235 (以下、従来技術 5) には、フォトダイオード上にファブリーペロー干渉計を集積した高速の光変調器が示されている。ここでは、ファブリーペロー干渉計は、基板上の $\text{SiO}_2/\text{poly-S}$

10

20

30

40

50

i と、poly-Si/SiN/poly-Si からなるメンブレン、及び中間のエアギャップから構成されている。

【0009】“MHz OPTO-MECHANICAL MODULATOR”, TRANSDUCERS’ 95, EUROSENSORS, 1995, PP 289-292 (以下、従来技術 6) にも変調器が示されている。ここでは、2.8Mbit/sec. の変調速度が得られている。ファブリーペロー干渉計は平行な 2 層の poly-Si からなっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来技術 1 で示した如き、石英基板に形成した導波路を用いた分波器は、導波路部分を小型化するのが困難である。また、受光素子であるフォトダイオードと一体化されておらず、光を検出するためにはリボンファイバに融着して接続する必要があり、手間がかかる。

【0011】従来技術 2 で示したような、マイクロマシニングにより作製したファブリーペロー干渉計は波長フィルタとして用いることができるが、これを分波器に応用するためにはそのための構造を検討し、また、波長分解能を向上させる必要がある。さらには、光検出機能も併せ持つように、受光素子に集積化することが要求される。

【0012】従来技術 3 で示した如き、分布型ブラグ反射器をファブリーペロー干渉計のミラーとして用いた、波長を連続的にチューニングできる光検出器は、波長分解能良く光を検出できる。但し、この場合は素子がアレイになっていないので、分波器としての検討はなされていない。

【0013】一方、従来技術 4, 5, 6 に示した光変調器は、単色光に対して、その光の反射率あるいは透過率を変えて変調するフィルタである。そのため、波長分解能が必要とされず、むしろ複数の波長に対して同じ光学特性を持つことが望ましい。従って別途分波器が必要になる。

【0014】本発明は、上記の点に鑑み、分布型ブラグ反射器からなるファブリーペロー干渉計を波長フィルタとして基板上に集積し、これをアレイにすることによって、複数の波長を持つ入力光に対して波長分解能に優れた、小型の多波長フィルタアレイを提供することを目的とする。

【0015】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項 1 の多波長フィルタアレイは、基板上に集積された第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器からなるファブリーペロー干渉計が複数個当該基板上に配列され、前記第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器を隔てる距離がそれぞれ可変制御自在又は互いに異なる値に設定さ

れているものである。

【0017】また、本発明の請求項 2 の多波長フィルタアレイは、第 1 の基板上に集積された第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器からなる分波用ファブリーペロー干渉計が複数個当該第 1 の基板上に配列され、前記第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器を隔てる距離がそれぞれ可変制御自在又は互いに異なる値に設定されている分波用アレイ部と、第 2 の基板上に集積された第 3 及び第 4 の分布型ブラグ反射器からなる変調用ファブリーペロー干渉計が複数個当該第 2 の基板上に配列され、前記第 4 の分布型ブラグ反射器を変調用信号で振動させる変調用駆動手段が設けられてなる変調用アレイ部とを備え、前記変調用アレイ部の光入射側に前記分波用アレイ部を配置した構成としている。

【0018】本発明の請求項 3 の多波長フィルタアレイは、前記請求項 1 又は 2 の構成において、前記第 1 及び第 2 の分布型ブラグ反射器を隔てる距離をそれぞれ独立に可変制御する分波用駆動手段を設けている。

【0019】本発明の請求項 4 の多波長フィルタアレイは、前記請求項 1, 2 又は 3 の構成において、前記基板をゲルマニウム基板とし、該ゲルマニウム基板上に形成されたフォトダイオード上に前記ファブリーペロー干渉計を集積したものである。

【0020】本発明の請求項 5 の多波長フィルタアレイは、前記請求項 1, 2, 3 又は 4 の構成において、前記分布型ブラグ反射器を構成する各膜の膜厚が、各々の膜の屈折率 n 、選択する光の中心波長 λ に対して $\lambda / (1 + 2m) / 4n$ (但し、 $m: 0$ 又は自然数) であり、前記ファブリーペロー干渉計をなす前記分布型ブラグ反射器相互を隔てる距離が $\lambda / 2n$ (但し、 n : 前記分布型ブラグ反射器相互を隔てる媒質の屈折率) に設定されている。

【0021】本発明の請求項 6 の多波長フィルタアレイは、前記請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 の構成において、前記分布型ブラグ反射器が、高屈折率のシリコンナイトライド膜と低屈折率のシリコンオキシサイド又はシリコンオキシナイトライド膜からなるものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る多波長フィルタアレイの実施の形態を図面に従って説明する。

【0023】図 1 及び図 2 は本発明の第 1 の実施の形態である分波器としての多波長フィルタアレイを示し、図 1 が断面図、図 2 が概略斜視図である。

【0024】これらの図において、シリコン (Si) 基板 1 上には、第 1 の分布型ブラグ反射器としての下部分布型ブラグ反射器 (下部 DBR) 11 と、その上にエアギャップ 13 を隔てて第 2 の分布型ブラグ反射器としての上部分布型ブラグ反射器 (上部 DBR) 12 とが順次集積形成され、これらの下部及び上部分布型ブラグ反射器 11, 12 によりファブリーペロー干渉計 10 が形成

され、該ファブリーペロー干渉計 10 が同一基板 1 上に直線的に多数個配列されている。

【0025】図 3 に示すように、各ファブリーペロー干渉計 10 を構成する下部分布型ブラグ反射器 11 及び上部分布型ブラグ反射器 12 は、屈折率が 2.0 のシリコンナイトライド (SiN) 膜 20 と屈折率が 1.5 のシリコンオキシナイトライド (SiON) 膜 21 をそれぞれ複数ペア成膜した多層膜からなっている。膜厚は、各々の膜の屈折率 n 、透過させる光の中心波長 λ に対して、 $\lambda(1+2m)/4n$ (但し、 $m:0$ 又は自然数) から導いている。また、分布型ブラグ反射器 11、12 相互を隔てる距離は $\lambda/2n_0$ (但し、 n_0 : 前記分布型ブラグ反射器相互を隔てる媒質の屈折率) から導かれる。本実施の形態では、分布型ブラグ反射器相互を隔てているのはエアギャップ 13 であり、屈折率は 1 である。

【0026】各々のファブリーペロー干渉計 10 において、上部分布型ブラグ反射器 12 は下部分布型ブラグ反射器 11 に対して可撓性アームで支持されたメンブレン構造となっており、上部分布型ブラグ反射器 12 上にはこれを静電力によって基板側に引き寄せるための可動側駆動用電極 15 が作製してあり、これと対向する基板位置に、図 3 の如く固定側駆動用電極 14 が作製してある。従って、上部分布型ブラグ反射器 12 に設けられた可動側駆動用電極 15 と、下部分布型ブラグ反射器 11 に設けられた固定側駆動用電極 14 とは下部及び上部分布型ブラグ反射器 11、12 間を隔てる距離を可変制御する駆動手段としての静電アクチュエータを構成しており、固定側及び可動側駆動用電極 14、15 への電圧の印加により上部分布型ブラグ反射器 12 を静電力で基板側に引き寄せてエアギャップ 13 を調整できる。

【0027】なお、図 2 に示すように、Si 基板 1 上にアレイ状に並べて集積されたファブリーペロー干渉計 10 の光入射側にレンズ系 3 及び 1 本の入力光ファイバー 4 が配置され、基板 1 の光出射側にファブリーペロー干渉計 10 の個数に対応した個数の出力光ファイバー 5 が配置されている。基板 1 を透過した光をさらに受光側の出力光ファイバー 5 に入射するため、ファブリーペロー干渉計 10 の下のみ基板 1 を薄くしてあり、ここに出力ファイバー 5 を配置している。

【0028】図 2 に示すように、入力光ファイバー 4 からの入射光 6 は、レンズ系 3 を用いて平行線としてファブリーペロー干渉計 10 のアレイに垂直に入射する。各ファブリーペロー干渉計 10 の分布型ブラグ反射器 11、12 は、図 3 で述べたように屈折率が高い膜 20 と低い膜 21 の多層膜からなっており、この多層膜構造により、波長分解能の良い波長フィルタとして機能できる。そして、アレイ状に並んでいる各ファブリーペロー干渉計 10 の電極 14、15 間に、それぞれ独立して直流電圧を印加することにより、ファブリーペロー干渉計

10 毎にエアギャップ 13 を変えることができ、透過する出射光 7 の中心波長をそれぞれ制御することができ。ここで、ギャップ間隔 t と透過光の波長 λ は n_0 を屈折率として $t = \lambda/2n_0$ (但し、エアギャップでは $n_0 = 1$) の関係を持つ。この場合、ファブリーペロー干渉計 10 が 8 個アレイとして配列されていれば、各出力光ファイバー 5 には、波長フィルタとしての対応するファブリーペロー干渉計 10 で選択された波長の光信号のみが出力され、例えば互いに異なる $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の波長の光を分波でき、全体として分波器として機能する。

【0029】図 4 は基板 1 上にアレイとして複数集積したファブリーペロー干渉計 10 の波長特性を示し、ファブリーペロー干渉計 10 のミラー (下部分布型ブラグ反射器 11 及び上部分布型ブラグ反射器 12) において、屈折率が高い膜 20 と低い膜 21 のペアを積み重ねた効果について示している。つまり、多層膜の積層数が増すに従って、波長分解能が向上することが確認される。

【0030】図 5 に、ファブリーペロー干渉計 10 のエアギャップ 13 を調整したときの透過光強度と、波長との関係を示す。波長 1510 nm から 1565 nm までの間 8 点を、ギャップを 697.5 nm から 806.0 nm 迄変えることによって調整している。図 5 からまず、半値幅が 2 nm の波長分解能に優れた波長フィルタであることが確認される。また、マルチチャネルを実現するのに十分な波長幅をカバーできていることが確認される。

【0031】この第 1 の実施の形態によれば、次の通りの効果を得ることができる。

【0032】(1) Si 基板 1 に順に集積された下部分布型ブラグ反射器 11 及び上部分布型ブラグ反射器 12 からなるファブリーペロー干渉計 10 が複数個、同一基板 1 上に並んでいて、両分布型ブラグ反射器 11、12 を隔てる距離を個々独立に制御することにより、前記基板面に入射する複数の波長を含む光に対し、各ファブリーペロー干渉計 10 が異なる任意の波長の光を選択して透過させることができ、従って波長分解能に優れた分波器を小型化に構成できる。

【0033】(2) 下部及び上部分布型ブラグ反射器 11、12 を隔てる距離をそれぞれ独立に可変制御する分波用駆動手段が、固定側駆動用電極 14 及び可動側駆動用電極 15 を持つ静電アクチュエータとして構成されており、両電極 14、15 間の直流電圧を可変制御することで、各ファブリーペロー干渉計 10 の透過光の波長を独立にかつ任意に選択できる。

【0034】(3) 各ファブリーペロー干渉計 10 を構成している分布型ブラグ反射器 11、12 は屈折率が 2.0 の SiN 膜 20 と屈折率が 1.5 の SiON 膜 21 をそれぞれ複数ペア成膜した多層膜からなっており、膜厚は、各々の膜の屈折率 n 、透過させる光の中心波長 λ に対して、 $\lambda(1+2m)/4n$ (但し、 $m:0$ 又は自然

数)とし、分布型ブラグ反射器11、12相互を隔てる距離を $\lambda/2n_0$ 。(但し、 n_0 :前記分布型ブラグ反射器相互を隔てる媒質の屈折率)としているため、前記成膜ペア数を変えることにより波長分解能を変えることができる。

【0035】(4) 分布型ブラグ反射器11、12は、高屈折率のSiN膜と低屈折率のSiON膜からなり、赤外領域で使用可能であり、Si基板を用いたマイクロマシニングにより容易に形成可能である。

【0036】図6は本発明の第2の実施の形態であって、分波器と光検出器が一体化した構造の概略を示している。ゲルマニウム(Ge)基板1にPN接合フォトダイオード31が複数作製してあり、その上に分布型ブラグ反射器11、12からなるファブリーペロー干渉計10をそれぞれ集積し、アレイとして複数配列してある。各ファブリーペロー干渉計10の構造の詳細は前述した第1の実施の形態と同様である。

【0037】この第2の実施の形態においても、第1の実施の形態と同様に、ファブリーペロー干渉計10のエアギャップ13を任意に変えることにより、透過する光の中心波長を任意に制御できるので、複数の波長を含む入射光6が入射しても、選択された中心波長の光のみが当該ファブリーペロー干渉計10に対応したフォトダイオード31で電気信号として検出される。従って光検出機能も同一基板内、つまり同一チップ内で有することができる。また、ファブリーペロー干渉計10とフォトダイオード31との組がアレイになっていることから、マルチチャンネルで信号を受けることができる。

【0038】なお、第1又は第2の実施の形態において、エアギャップ13は低屈折率の材質からなる固定中間層に置き換えることもできる。その場合は、各ファブリーペロー干渉計10の中間層厚をそれぞれ異なった層厚に調整し、透過する光の中心波長を各ファブリーペロー干渉計10毎に異なるように選択する。

【0039】図7は第3の実施の形態であって、分波器と光検出器、さらに変調器を一体化した構造の概略を示している。但し、この図7は、複数素子配列したアレイのうちの1素子を抜き出したものである。この図7の装置は、Si基板1上に第1及び第2(下部及び上部)の分布型ブラグ反射器11、12からなる分波用ファブリーペロー干渉計10をアレイとして集積した第1の実施の形態と同様の構造を持つ分波用アレイ部40と、別のGe基板1AにPN接合フォトダイオード31が作製されていて、その上に第3及び第4(下部及び上部)の分布型ブラグ反射器11A、12Aからなる変調用ファブリーペロー干渉計10Aをアレイとして集積した第2の実施の形態と同様の構造を持つ変調用アレイ部50と具備し、変調用アレイ部50の光入射側に前記分波用アレイ部40を重ねて配置している。

【0040】分波用アレイ部40の各分波用ファブリー

ペロー干渉計10において、上部分布型ブラグ反射器12は下部分布型ブラグ反射器11に対して可撓性アームで支持されたメンブレン構造となっており、上部分布型ブラグ反射器12上にはこれを静電力によって基板側に引き寄せるための可動側駆動用電極15が作製してあり、これと対向する基板位置に、固定側駆動用電極14が作製してある。固定側駆動用電極14と可動側駆動用電極15とは分波用駆動手段としての静電アクチュエータを構成しており、固定側及び可動側駆動用電極14、15間への波長選択用制御電圧E1(直流電圧)の印加により上部分布型ブラグ反射器12を静電力で基板側に引き寄せてエアギャップ13を調整でき、任意の波長を選択できる。

【0041】また、分波用アレイ部40の基板1背面には反射防止のための無反射コート膜41が形成されている。

【0042】前記変調用アレイ部50の各分波用ファブリーペロー干渉計10Aにおいて、上部分布型ブラグ反射器12Aは下部分布型ブラグ反射器11Aに対して可撓性アームで支持されたメンブレン構造となっており、上部分布型ブラグ反射器12A上にはこれを静電力によって基板側に引き寄せるための可動側駆動用電極15Aが作製してあり、これと対向する基板位置に、固定側駆動用電極14Aが作製してある。固定側駆動用電極14Aと可動側駆動用電極15Aとは変調用駆動手段としての静電アクチュエータを構成しており、固定側及び可動側駆動用電極14A、15A間への変調用制御電圧E2(変調用信号電圧)の印加により上部分布型ブラグ反射器12Aを振動させ、光変調を実行することができる。但し、変調を行わず、光検知を行うときは、E2に波長選択のための直流電圧を用いる。

【0043】図7に示した素子の機能を簡単に図8のブロックダイアグラムに示す。同図(A)の光を受信する場合には、積み重ねた上側の分波用アレイ部40のファブリーペロー干渉計10のエアギャップ13を波長選択用制御電圧E1(直流電圧)の印加により制御し、入射光信号44(波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$)のうち透過する光信号の中心波長 λ_i を選択する。そして、変調用アレイ部50におけるフォトダイオード31上に集積したファブリーペロー干渉計10Aも同じ波長 λ_i の光を透過させるように制御電圧E2(直流電圧)でエアギャップ13Aを制御する。これによって、波長 λ_i の光強度に対応した電気信号46が得られ、図7の素子がアレイとなっていることから、第2の実施の形態と同様にマルチチャンネルで信号を受けることができる。

【0044】図8(B)の光信号の送信の場合、これは反射光信号45に情報をのせて戻すことを意味するが、以下のように働く。積み重ねた上側の分波用アレイ部40のファブリーペロー干渉計10は、波長選択用制御電圧E1の印加によるエアギャップ13の制御で入射光信

号 44 (波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$) のうち透過する光信号の中心波長 λ_i を選択する。そして、変調用アレイ部 50 におけるフォトダイオード 31 上に集積したファブリーペロー干渉計 10A には送信する情報に対応する交流電圧の変調制御電圧 E2 を印加して上側の分布型ブラグ反射器 12A を振動させる。これにより上部の分波用アレイ部 40 のフィルタとして機能する下部分布型ブラグ反射器 11、エアギャップ 13、上部分布型ブラグ反射器 12 を通過してきた入射光信号 44 はここで変調されて戻っていく。例えば、変調器として用いるファブリーペロー干渉計 10A を 5MHz 程度で振動させることで、反射光信号 45 に情報を与えることができる。

【0045】従って、この構造を通信のターミナル側で用いると、入力してきた光に信号をのせて反射させることができるので、ターミナル側に高価な光源がなくともターミナル側から信号を送ることができるという利点がある。

【0046】本実施の形態では、フォトダイオード自体の特性は特に考慮していないので、前述のように単純な PN 接合フォトダイオードとしているが、もちろんフォトダイオード自体の応答速度を良くするため、PIN フォトダイオードを形成して用いることもできる。

【0047】この第 3 の実施の形態によれば、特定の光を選択して受光する光検出器として機能させることが可能であり、さらに、特定の光を選択して反射させ、反射光を変調可能な光変調器としても機能する。従って同一チップ内に光検出器と、変調器、分波器を集積化できる多波長フィルタアレイを構成できる。とくに、入力してきた光に信号をのせて反射させることができるので、ターミナル側に高価な光源がなくともターミナル側から信号を送ることができるという利点がある。

【0048】なお、第 3 の実施の形態において、分波用アレイ部 40 のエアギャップを互いに厚さの異なる低屈折率材の固定中間層に置き換えることができる。

【0049】第 1 の実施の形態や第 2 の実施の形態では、素子数が 8 個の場合を図示しており、ギャップを調整して 8 つの波長の光を選択して透過させる例を示しているが、もちろん、この素子数は増やすことも減らすことも可能である。第 3 の実施の形態においても、アレイを構成する素子数は適宜増減可能である。

【0050】各実施の形態の分布型ブラグ反射器において、高屈折率膜として SiN 膜、低屈折率膜として SiO₂ 膜を例示したが、低屈折率膜として SiO₂ 膜を用いてもよい。また、分波対象の光を透過させる材質であれば、他の膜構成とすることも可能である。

【0051】以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記

載の範囲内において各種の変形、変更が可能なのは当業者には自明であろう。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る多波長フィルタアレイによれば、マイクロマシニングにより作製した、エアギャップを介してなる 2 つの分布型ブラグ反射器をミラーとするファブリーペロー干渉計を、波長フィルタとして用い、これをアレイ化することにより、波長分解能に優れた分波器を小型化できる。また、受光素子と集積化することにより、光検出機能も併せ持つことができる。さらに、異なる基板に作製した波長フィルタを重ねて用いることにより、分波器、変調器、光検出器等の機能を一体化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る多波長フィルタアレイの第 1 の実施の形態であって光分波器を構成した場合を示す正断面図である。

【図 2】第 1 の実施の形態の斜視図である。

【図 3】第 1 の実施の形態におけるファブリーペロー干渉計部分の構成を示す拡大断面図である。

【図 4】第 1 の実施の形態におけるファブリーペロー干渉計の積層数と波長分解能との関係を示すグラフである。

【図 5】第 1 の実施の形態におけるファブリーペロー干渉計のエアギャップを変化させたときの波長と透過光強度の関係を示すグラフである。

【図 6】本発明の第 2 の実施の形態であって光分波器と光検出器とを集積した構成を示す正断面図である。

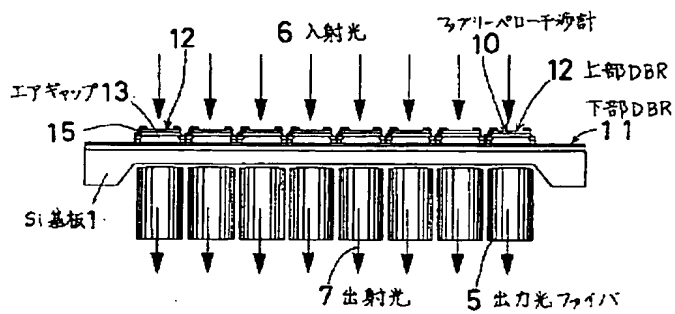
【図 7】本発明の第 3 の実施の形態であって光分波器、光検出器並びに光変調器を集積した構成を示す正断面図である。

【図 8】第 3 の実施の形態の動作を示す説明図である。

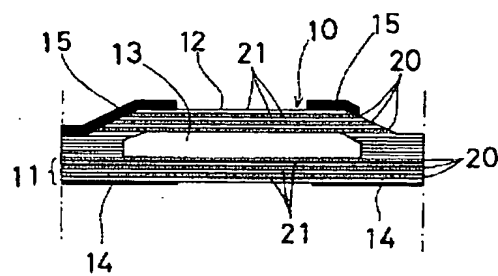
【符号の説明】

- 1, 1A 基板
- 3 レンズ系
- 4, 5 光ファイバー
- 10, 10A ファブリーペロー干渉計
- 11, 11A, 12, 12A 分布型ブラグ反射器
- 13, 13A エアギャップ
- 14, 14A 固定側駆動用電極
- 15, 15A 可動側駆動用電極
- 20 シリコンナイトライド膜
- 21 シリコンオキシナイトライド膜
- 31 フォトダイオード
- 40 分波用アレイ部
- 41 無反射コート膜
- 50 変調用アレイ部

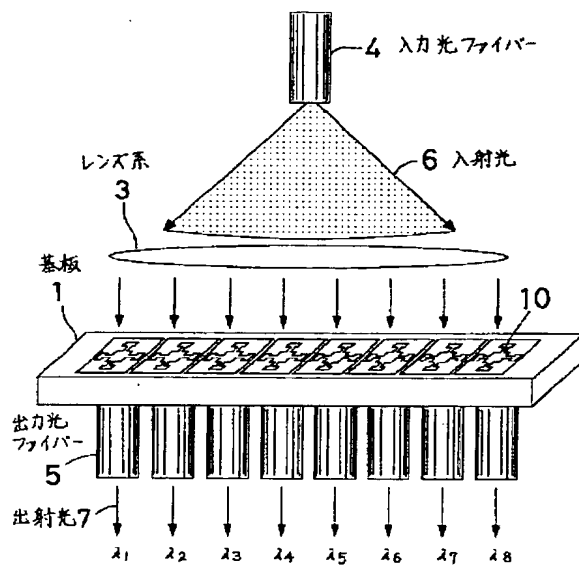
【図 1】



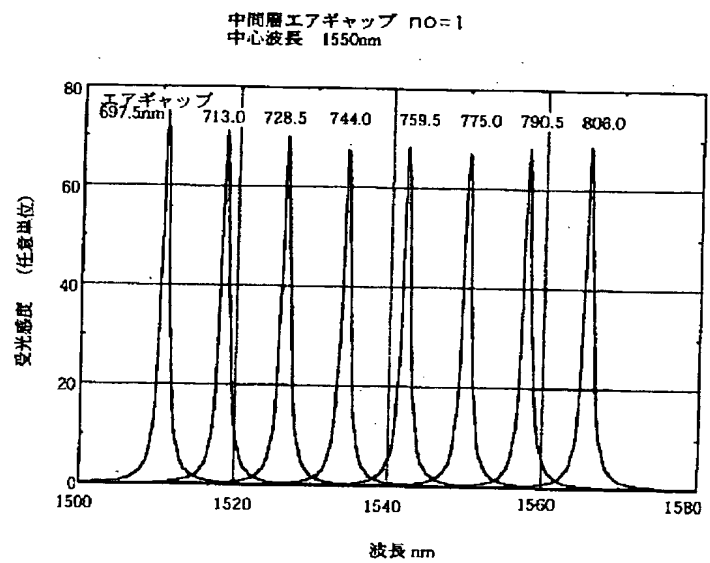
【図 3】



【図 2】

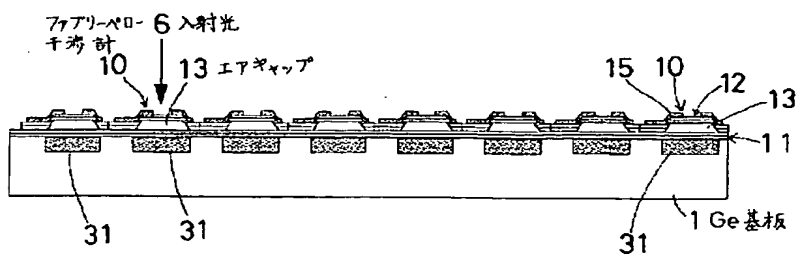


【図 5】

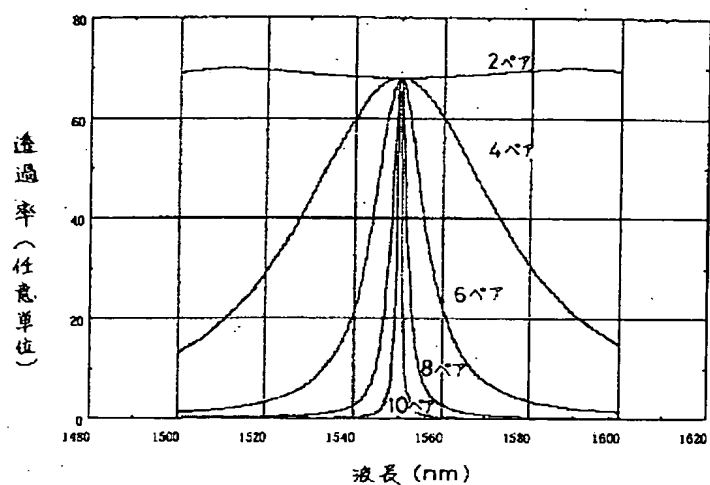


10: フアブリーペロー干渉計

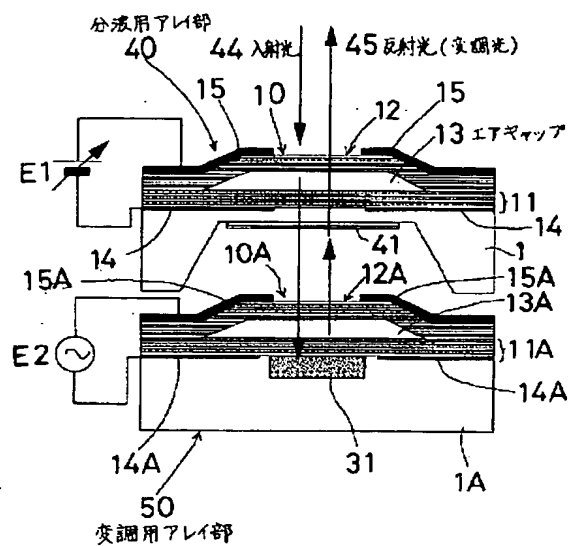
【図 6】



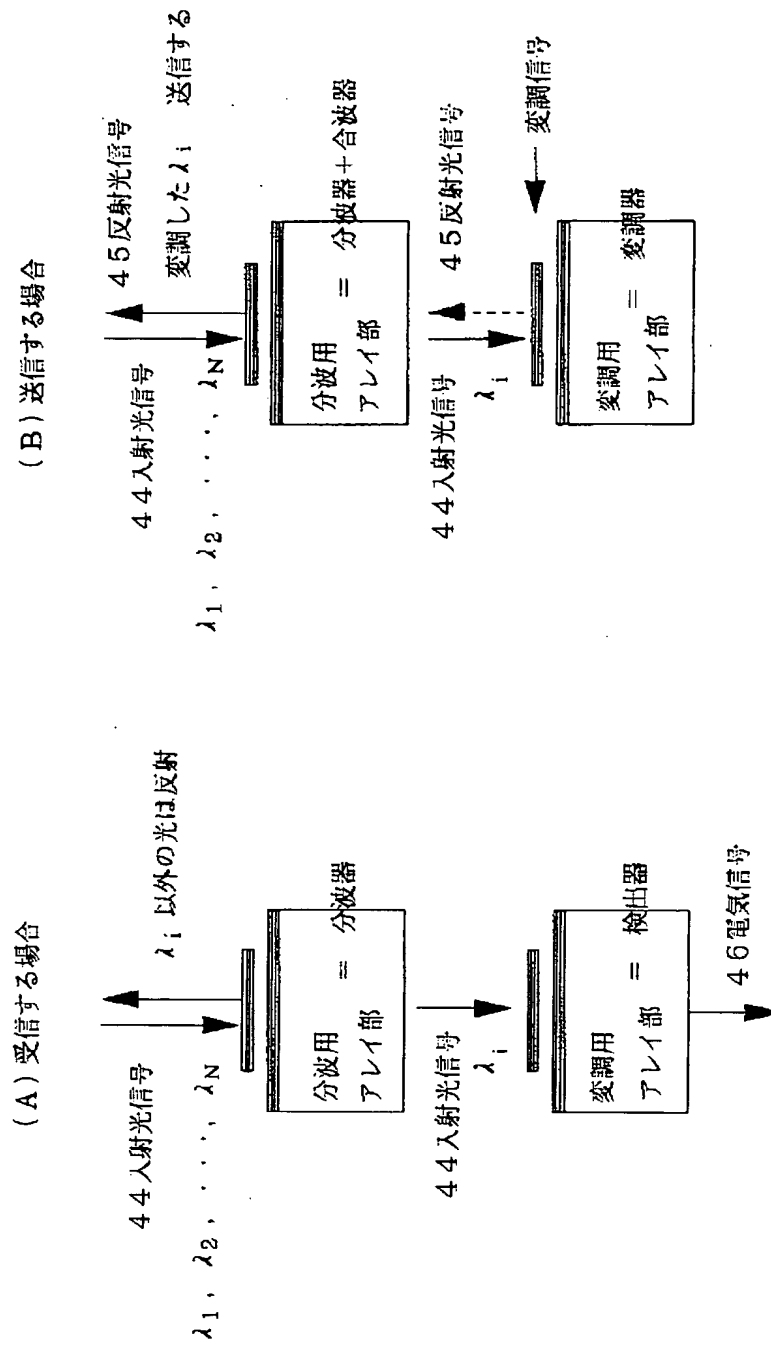
【図4】



【図7】



【図 8】



フロントページの続き

(72) 発明者 篠浦 治
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
 ディーケイ株式会社内

Fターム(参考) 2H041 AA02 AA21 AB10 AB14 AB15
 AB16 AB38 AC06 AZ03 AZ05
 AZ08